Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 39: 81-91 (1982)

HABITOS ALIMENTARIOS DE DOS POBLACIONES ANDINAS DE *BUFO SPINULOSUS* WIEGMANN, 1835

(ANURA: BUFONIDAE)

HERMAN NUÑEZ *, MARIA ANTONIETA LABRA * y JOSE YAÑEZ *

RESUMEN

Se analizaron los contenidos estomacales de *Bufo spinulosus* de San Pedro de Atacama (2.400 m.s.n.m.) y de las Termas de El Tatio (4.300 m.s.n.m.), 22° S, Chile. En San Pedro los animales consumen preferentemente artrópodos y en El Tatio son omnívoros, ingiriendo en promedio el 52°/o del peso del contenido por estómago en algas cianófitas. En esta última población los animales presentan un tracto digestivo significativamente más largo, presumiblemente como una adaptación al consumo de vegetales. Las algas al parecer no son ingeridas casualmente, sino que son consumidas independientemente de las presas asociadas a ellas. Los animales de la población de San Pedro tienen un hígado significativamente más liviano, un menor número de presas por estómago y un menor peso relativo del contenido estomacal que los animales de El Tatio. Probablemente estos hechos están en relación con la época reproductiva de los animales de San Pedro, los que estarían depletando su hígado de reservas energéticas y en ayuno en pro de la reproducción.

ABSTRACT

The feeding habits in two populations of *Bufo spinulosus* from Segunda Región of Chile were analized: the first one from San Pedro de Atacama at 2.400 m elevation and El Tatio Springs at 4.300 m, 22° S, Chile. In San Pedro the animals are insectivorous and in El Tatio Springs are omnivorous, eating cianofitas algae in a figure of 52°/o in average weight/stomach. This last population exhibit a digestive tract longer than that of the San Pedro de Atacama, presumably as an adaptation to vegetables consumption. The algae do not appear casually eated by toads, but are independently consumed of prey associated with them. The San Pedro population has a liver significatively lighter than that of El Tatio Springs, join with a lesser number of prey/stomach and a lesser relative weight of stomach content. Probably these facts are associated with the reproductive activity of animals from San Pedro; which would be depleting its liver from energetic budget and in fast in favor of the reproduction.

* Sección Zoología Museo Nacional de Historia Natural; Casilla 787, Santiago - Chile.

INTRODUCCION

Una revisión amplia de la literatura muestra un panorama de escasa información sobre los aspectos dietarios de anuros chilenos. CODOCEO (1957) menciona que *Pleurodema thaul* consume lombrices de tierra cuando está en cautividad; BUSSE (1980) informa sobre el contenido estomacal de cinco ejemplares de *Telmatobius montanus* de Farellones y La Parva y KUSCHEL (1949) describe a *Scotoeborus plumeus* (Coleoptera: Curculionidae) en el contenido estomacal de *Bufo spinulosus* de Putre. VALENCIA *et al.* (1982) hicieron un estudio de la dieta de los herpetozoos en un transecto de Arica a Chungará, incluyendo entre los anuros a *B. spinulosus, Pleurodema marmorata, Telmatobius peruvianus* y *T. marmoratus.*

En este trabajo queremos poner a prueba la hipótesis de existencia de divergencia alimentaria en dos poblaciones de anuros sometidas a condiciones ambientales distintas. Para ello seleccionamos dos poblaciones de *Bufo spinulosus* que viven en ambientes diferentes: San Pedro y El Tatio. El primer sitio presenta aguas frías (15° C) y vegetación arbustiva xerófita. El Tatio presenta aguas termales con temperaturas del aire extremadamente bajas (−15° C) y sin vegetación arbustiva. Las condiciones de ambos sitios son lo bastante diferentes como para generar divergencias en los fenotipos (CEI 1962) y presuntamente en las estrategias alimentarias.

De los antecedentes de literatura (VALENCIA *et al.* 1982) se podría esperar que la población de El Tatio sea insectívora y la de San Pedro sea, comparativamente, más herbívora, sin embargo la baja productividad y escasa densidad entomofaunística de El Tatio podría hacer que dicha población cambie a un régimen alimentario herbívoro.

MATERIAL Y METODOS

En abril de 1980 recolectamos 56 *Bufo spinulosus* en las termas de El Tatio (22° 21' S; 68° 03' O; 4320 m.s.n.m.) y en septiembre de 1981 obtuvimos 147 ejemplares en el río San Pedro de Atacama (22° 55' S; 68° 12' O; 2.400 m.s.n.m.), ambas localidades en la II Región de Antofagasta, Chile.

La captura fue manual y el sacrificio de los animales por demedulación, a lo más dos horas después de su captura, fijándolos posteriormente con formalina al 10% y conservándolos en alcohol de 70°. Todos los ejemplares están en la colección herpetológica del Museo Nacional de Historia Natural.

En el laboratorio medimos la longitud del cuerpo (LC) de los animales (VELOSO *et al.* 1982), con un nonio (precisión 0,1 mm), luego abrimos el vientre, enjuagamos el fijador con algodón, pesando el ejemplar en una balanza Sartorius MP-1206 (precisión 0,1 gr), y extrajimos el tracto digestivo desde el cardias hasta el recto. Medimos el tubo digestivo desde el píloro hasta el recto (regla de precisión 0,5 mm) y estandarizamos por LC; en algunos ejemplares de ambas poblaciones (77 en San Pedro y 27 en El Tatio) medimos por separado el intestino delgado y grueso y también estandarizamos por LC. Cuando los valores relativos fueron inferiores a 0,3 hicimos transformación arcoseno previa a la aplicación de la prueba *t* de Student con varianza ponderada (SOKAL y ROHLF 1969) para comparar ambas poblaciones. Además pesamos el hígado de algunos especímenes (39 de San pedro y 11 de El Tatio) y lo dividimos por el peso corporal respectivo. Para su comparación seguimos el mismo método estadístico anterior.

Separamos los estómagos entre los esfínteres cardial y pilórico, los pesamos limpios de tejidos adiposos y pleuras en una balanza de platillo Sartorius (precisión 0,001 g) previo secado en papel absorbente; una vez pesado cada estómago, lo abrimos en una cápsula de Petri y vaciamos su contenido, volviendo a pesar la bolsa estomacal.

Pesamos separadamente el contenido vegetal y animal bajo lupa estereoscópica de 8-16-32x. El peso del contenido lo dividimos

por el del animal, transformamos a arcoseno y comparamos ambas poblaciones con prueba de t de Student con varianza ponderada (SOKAL y ROHLF 1969).

Determinamos el contenido animal y vegetal haciendo preparaciones microscópicas cuando fue necesario. Con los contenidos animales calculamos la amplitud de nicho (PIANKA 1976):

$$AN = \left(\sum_{i=1}^{R} p_i^{\,2}\right)^{-1}$$

en que p_i es el consumo proporcional del item i en relación al total. AN = 1 cuando se usa un solo recurso (alimentario en este caso) hasta R cuando se usan R recursos en igual proporción.

Para evaluar similitud dietaria entre las poblaciones nuestras y las de VALENCIA *et al.* (1982) se utilizó en índices de sobreposición de nicho (PIANKA 1976):

$$\alpha = \Sigma\, p_{ij}\, p_{ik} / (\Sigma\, p_{ij}^2 \cdot p_{ik}^2)^{1/2}$$

α adquiere valores entre 0 y 1 (desde la sobreposición nula a completa) y p_{ij} es la proporción del ítem i en el muestreo j (i.e. especie depredadora j). Nuestros resultados fueron elevados a nivel ordinal para hacer la comparación. En este trabajo sólo tiene sentido en cuanto se interpreta como similitud de dieta a ese nivel, que fue el usado por VALENCIA *et al.* (1982).

Para probar la asociación entre categorías usamos el índice V (de medición "absoluta") de YULE (ver PIELOU 1969):

$$V = \text{covar}(x, y) / [\,\text{var}(x)\,\text{var}(y)\,]^{1/2}$$

en que $-1 \leq V \leq +1$. $V = -1$ significa una disociación absoluta y $V = +1$ una asociación absoluta.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 1 se observan las distribuciones de tamaño de las dos poblaciones de sapos.

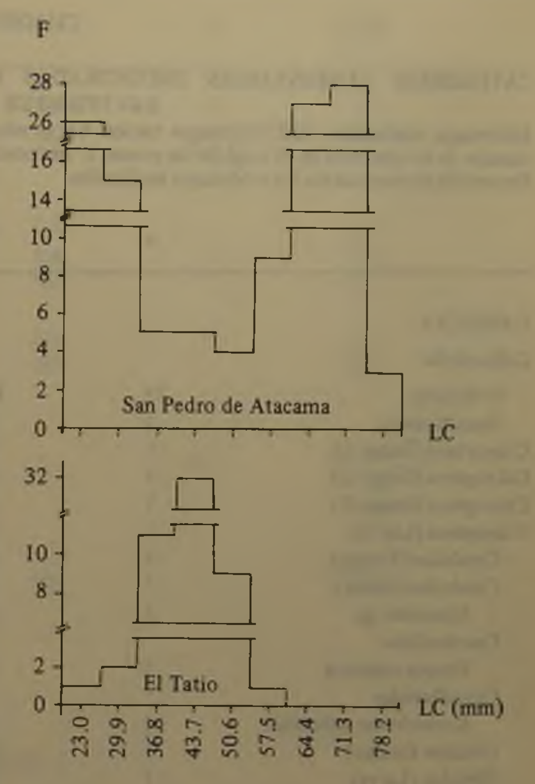


Fig. 1. Distribución de tamaño de las dos poblaciones de *Bufo spinulosus* analizadas. (F = frecuencia; LC = longitud corporal en mm).

Existen dos modas en San Pedro (Fig. 1), siendo ésta una distribución que normalmente aparece en *Bufo* (VALENCIA com. pers.) y se debe a la coexistencia sicrónica de dos grupos etarios. Se aprecia que la muestra de El Tatio (Fig. 1) es unimodal en LC y más pequeña, lo que ya ha sido reportado por CEI (1962) agregando que (SIC) " . . . la piel(es) muy suave, prácticamente sin formaciones queratinosas . . ." (p: 40). El autor sostiene que este morfo se debería a adaptaciones locales y que se parecen a las hembras de la población de San Pedro de Atacama.

El Cuadro 1 presenta el resultado de los análisis estomacales de la población de San Pedro. Las categorías presentadas corres-

CUADRO 1

CATEGORIAS ALIMENTARIAS ENCONTRADAS EN ESTOMAGOS DE *BUFO SPINULOSUS* DE SAN PEDRO DE ATACAMA.

Estómagos analizados: 120; estómagos vacíos: 61; n: número de individuos-presa en los estómagos; o/o = porcentaje de la categoría en el total de las presas; f: frecuencia absoluta de las categorías en los estómagos; f/120: frecuencia porcentual en los estómagos analizados.

	n	o/o	f	f/120
I. INSECTA				
Collembola				
Poduridae	33	14,1	8	6,7
Sminthuridae	1	0,4	1	0,8
Coleoptera (Imago 1)	6	2,6	3	2,5
Coleoptera (Imago 2)	1	0,4	1	0,8
Coleoptera (Imago 3)	1	0,4	1	0,8
Coleoptera (Larva)	2	0,9	2	1,7
Carabidae (Imago)	4	1,7	2	1,7
Carabidae (Larva)	2	0,9	2	1,7
Notaphus sp.	3	1,3	3	2,5
Coccinelidae				
Eriopis connexa	3	1,3	3	2,5
Curculionidae				
Scotoeborus nahuelius	21	9,0	10	8,3
Elmidae (Imago)	1	0,4	1	0,8
Elmidae (Larva)	1	0,4	1	0,8
Macrelmis sp	2	0,9	2	1,7
Hidrophilidae				
Tropisternus sp	1	0,4	1	0,8
Staphylinidae	1	0,4	1	0,8
Tenebrionidae				
Philorea sp	1	0,4	1	0,8
Diptera (Imago 1)	15	6,4	10	8,3
Diptera (Imago 2)	2	0,9	1	0,8
Diptera (Pupa)	1	0,4	1	0,8
Diptera (Larva 1)	12	5,1	5	4,2
Diptera (Larva 2)	3	1,3	1	0,8
Culicidae (Imago)	1	0,4	1	0,8
Culicidae (Larva)	3	1,3	2	1,7
Sirphidae (Larva)	1	0,4	1	0,8
Ephemeroptera	65	27,8	9	7,5
Hemiptera	5	2,1	2	1,7
Hymenoptera	1	0,4	1	0,8
Apis mellifica	1	0,4	1	0,8
Homoptera (Ninfa)	1	0,4	1	0,8
Indeterminado	1	0,4	1	0,8
Larva	5	2,1	2	1,7

	n	o/o	f	f/120
Lepidoptera (Larva)	1	0,4	1	0,8
Nayade	14	6,0	5	4,2
II. ARACHNIDA				
Miriapoda	1	0,4	1	0,8
Pseudoscorpionida	1	0,4	1	0,8
Solifuga	1	0,4	1	0,8
Araneae				
Dictyna sp.	13	5,6	6	5,0
Erigone sp.	2	0,9	1	0,8
III. VEGETALES			7	
Tessaria sp. (hoja)			1 gr	
IV. VERTEBRADOS				
Larva de sapo	1	0,4	1	0,8

CUADRO 2

CATEGORIAS ALIMENTARIAS ENCONTRADAS EN ESTOMAGOS DE *BUFO SPINULOSUS* DE EL TATIO.
El significado de las siglas es el mismo que en el Cuadro 1.

	n	o/o	f	f/54
I. ARTHROPODA				
Crustacea				
Amphipoda	333	37,4	38	70,4
Ostracoda	80	9,0	13	24,1
Insecta				
Collembola	4	0,4	2	3,7
Coleoptera				
Coccinelidae (Larva)	1	0,1	1	1,9
Dityscidae (Imago)	31	3,5	10	18,5
Dityscidae (Larva)	2	0,2	1	1,9
Staphylinidae (Imago)	1	0,1	1	1,9
Indeterminado 1	1	0,1	1	1,9
Indeterminado 2	5	0,6	5	9,3

	n	°/o	f	f/120
Diptera (Imago 1)	10	1,1	5	9,3
Diptera (Imago 2)	5	0,6	2	3,7
Diptera (Imago 3)	2	0,2	1	1,9
Diptera (Larva)	1	0,1	1	1,9
Chironomidae	1	0,1	1	1,9
Culicidae	29	3,3	3	5,6
Drosophilidae	3	0,3	3	5,6
Muscidae	2	0,2	1	1,9
Sarcophagidae	18	2,1	1	1,9
Sirphidae (Imago)	1	0,1	1	1,9
Sirphidae (Larva)	1	0,1	1	1,9
Tachinidae	1	0,1	1	1,9
Ephemeroptera				
Corixidae	5	0,6	4	7,4
Hemiptera	111	12,5	26	43,15
Homoptera				
Aphididae	22	2,5	5	9,3
Lepidoptera (Larva 1)	2	0,2	2	3,7
Lepidoptera (Larva 2)	5	0,6	2	3,7
Indeterminado (Imago 1)	1	0,1	1	1,9
Indeterminado (Imago 2)	1	0,1	1	1,9
Indeterminado (Larva)	4	0,4	3	5,56
Indeterminado (Nayade)	1	0,1	1	1,85
Indeterminado (Ninfa)	1	0,1	1	1,85
II. ARACHNIDA				
Araneae	1	0,1	1	1,9
III. MOLLUSCA				
Littoridina sp.	204	22,9	14	25,9
IV. VEGETALES				
Algas cianófitas			32	59,3
No algas			8	14,8
V. VERTEBRADOS				
Muda de piel			1	1,9
Piedras			11	20,4

ponden a Ephemeroptera, Collembola de la familia Poduridae y en tercer lugar *Scotoeborus nahuelius* (Coleoptera: Curculionidae). Nótese la baja incidencia de vegetales en los estómagos que en conjunto reúnen 73 mg con una frecuencia de 7 estómagos (5,8%).

En el Cuadro 2 aparecen las categorías encontradas en los sapos de El Tatio. La categoría animal más representada es Amphipoda seguida por *Littoridina* sp. (Gastropoda: Acmidae) y Hemiptera. En fuerte contraste con la población de San Pedro de Atacama, se observa ingesta vegetal en 38 estómagos (70,4%), con 52,68% ± 9,73 ($\bar{X}$ ± 2 EE) del peso del contenido del estómago. Concomitante la longitud relativa del tracto digestivo en la población de El Tatio (3,1 ± 0,1, $\bar{X}$ ± 2 EE, N = 50) es significativamente más larga que la de San Pedro (1,8 ± 0,07, N = 117) Prueba de *t* de Student: 18,78; P < 0,01; 165 g.l.

Los intestinos delgado y grueso de ambas poblaciones también difieren significativamente entre sí (Cuadro 3). En otros vertebrados tales como peces (LAGLER *et al.* 1962) se ha demostrado que los herbívoros exhiben un tracto digestivo más largo que el de los carnívoros. Así se puede pensar que el intestino más largo (en sus dos segmentos anatómicos: delgado y grueso) que presenta *Bufo* de El Tatio sería una adaptación al consumo de vegetales (i.e. cianófitas). Sin embargo en larvas de anuros, al menos, esto no es claro, larvas con dietas similares tienen tasas variables de longitud del tracto digestivo, aunque la tendencia a la elongación se da en las herbívoras (PORTER 1972). Según MOORE (1964) el intestino grueso de anfibios alberga una flora bacteriana que participa en la digestión de la celulosa. Esta parte del tracto digestivo en los animales de El Tatio es significativamente más larga que en los sapos de San Pedro, (Cuadro 3), tal vez permitiéndoles una mayor eficiencia en la digestión de elementos vegetales.

Existen diferencias significativas en el peso relativo del hígado. En la población de San Pedro éste corresponde al 2,3% ± 0,2 ($\bar{X}$ ± 2 EE) N = 39, del peso corporal y en la población de El Tatio es de 4,3% ± 0,5, N = 11 (t = 2,47; P < 0.01; 48 g.l.). El hígado de vertebrados es un almacenador de reservas de glicógeno, además cumple un rol detoxificador al filtrar la sangre proveniente del duodeno a través del sistema porta-hepático (SELKURT 1969). Cuando un animal ingiere una diversidad alta de presas, incorpora a su organismo más variedad de toxinas que un animal especializado; usando este criterio JAKSIC *et al.* (1979) explican el bajo peso del hígado del lagarto *Liolaemus monticola*, un especialista en el consumo de hormigas; esta hipótesis no explicaría los hígados más pesados en los sapos de El Tatio, pues estos anuros tienen una AN = 4,55 (considerando sólo la fracción animal de la dieta), o sea su diversidad es prácticamente la mitad de la que exhiben los sapos de San Pedro (AN: 8,21) y cuyos hígados pesan un 46% menos en relación a los sapos de El Tatio. Una dieta más especializada en este caso, tiene aparejado un hígado más pesado. Sin embargo no conocemos la variedad de toxinas de las algas por lo que los sapos de El Tatio pudieran tener una mayor diversidad de toxinas que metabolizar y por tanto debieran tener un hígado más pesado.

Interesantemente las algas cianófitas presentan en los protoplastos, gránulos de poliglucano que son polímeros de glucosa similares al glicógeno animal (BOLD y WYNNE 1978). Con nuestros antecedentes no podemos concluir si el hígado es un detoxificante de los productos del alga o un almacenador muy eficiente. Por ambas vías podríamos eventualmente explicar el peso mayor del hígado en los animales de El Tatio, ambas hipótesis deberían ser materia de posteriores análisis fisiológicos.

Una tercera alternativa de explicación está en relación con el período reproductivo, en septiembre de 1981 los sapos de San Pedro estaban copulando, así sus reservas se estarían agotando y por tanto su hígado sería más liviano. A esta hipótesis apoya el hecho que un año después (en septiembre de 1982) los sapos de la misma población tienen un

CUADRO 3

COMPARACION DE LA LONGITUD RELATIVA DEL TRACTO DIGESTIVO Y SUS SEGMENTOS EN DOS POBLACIONES DE *BUFO SPINULOSUS.*

$\bar{X}$ = promedio; 2 EE = dos errores estándar; n = número muestral; *t* = resultado de la prueba de *t* de Student con varianza ponderada; P = nivel de significancia. El largo del tracto se expresa como proporción, y sus segmentos se expresan como porcentajes.

		San Pedro	El Tatio
Largo Tracto/LC	$\bar{X}$	1,780	3,104
	2 EE	0,069	0,145
	n	117	50
		t: 18.780; P <0.01	
Largo Ampolla/LC	$\bar{X}$	10,528	12,730
	2 EE	0,537	0,918
	n	73	27
		t: 3.142; P <0.01	
Largo Tracto-ampolla/LC			
	$\bar{X}$	156,900	289,600
	2 EE	8,010	17,301
	n	77	27
		t: 15,401; P <0,01	

CUADRO 4

α PARA POBLACIONES DE SAN PEDRO Y EL TATIO VS LAS POBLACIONES DE *BUFO* DE AZAPA, PUTRE Y PARINACOTA (VALENCIA *ET AL.* 1982).

Las poblaciones están ubicadas tal que de izquierda a derecha suben en altura y de arriba hacia abajo también.

	San Pedro	El Tatio
Azapa	0,385	0,579
Putre	0,529	0,167
Parinacota	0,558	0,149

peso $\bar{X}$ del hígado de 3,459% ± 0,540 del peso corporal ($\bar{X}$ ± 2 EE, N = 22), es decir un hígado significativamente más pesado que los animales capturados el año anterior (prueba de *t* de Student: 4,521; P < 0,01; 58 g.l.). En este año, 1982, los sapos de San Pedro no iniciaban aún el período de cópula. Sin embargo es conveniente considerar que de ser esto cierto, es de esperar que los juveniles – que no están en reproducción – tuvieran un hígado más pesado que los adultos. El peso relativo del hígado de los 15 primeros juveniles (1,4 ± 0,3, X ± 2 EE) es igual en peso relativo que el de los 17 adultos (1,4 ± 0,2) más grandes (prueba de *t* de Student: 0,82; P > 0,20; 30 g.l.) de la muestra de 1981. Así esta alternativa tampoco es satisfactoria como explicación al peso diferencial de los hígados en las poblaciones de este estudio.

El consumo de algas en la población de El Tatio no pareciera ser producto de la depredación sobre Amphipoda o *Littoridina* sp. (ver Cuadro 2). Los valores de asociación V de Yule son –0,149 para algas-anfípodos y 0,037 para algas-caracoles. Estos bajos valores no confirman la hipótesis de consumos correlacionados. Por tanto *Bufo spinulosus* de El Tatio parecieran ingerir algas independientemente del consumo de animales que se encuentran asociados a ellas. Este consumo de algas es excepcional en anfibios ya que estos animales depredan sobre presas móviles (PORTER 1972). Una excepción a este hecho lo constituye *B. marinus* que consume comida de animales domésticos depositada en pocillos (ZUG y ZUG 1979), mas no algas.

Los anfibios presentan diferentes modalidades de alimentación, ya sea en tierra (VALENCIA *et al.* 1982), sobre alimentos que flotan (e.g. frutos o insectos de superficie) o subacuáticos (TURNER 1959). Al hacer un análisis de tabla de contingencia con corrección de YATES (SOKAL y ROHLF 1969) para presas terrestres y acuáticas resulta una diferencia significativa (X^2 = 25,22; P << 0,01). Esto indica que la población de El Tatio consume más especies acuáticas que lo esperado por azar y que *B. spinulosus* de San Pedro depreda más de lo esperado por azar sobre presas terrestres. Aparentemente los sapos de El Tatio incursionan fuera del agua sólo esporádicamente, concomitantemente presentan un fenotipo más acuático que los animales de San Pedro: su piel está desprovista de cornificaciones siendo suave al tacto, con un cuerpo de apariencia mas fusiforme pero sin diferencias sustanciales en la membrana interdigital. Además desde el punto de vista térmico a estos animales les sería desfavorable la salida desde un agua temperada a un ambiente muy frío y seco.

El número de presas animales por estómago es considerablemente mayor en la población de El Tatio (18,74 ± 4,276; N = 46; $\bar{X}$±2 EE) que en la de San Pedro (6,08 ± 2,187; N = 51). Además presentan un mayor peso relativo del contenido estomacal (4,99% ± 1,13, $\bar{X}$ ± 2 EE) que los de San Pedro (2,20 ± 0,59) – (*t* = 4,64; P < 0,01; 96 g.l.) y el número de estómagos vacíos en El Tatio es considerablemente bajo (3,7%) en comparación de San Pedro (50,9). Es conveniente reconsiderar que en San Pedro de Atacama en septiembre de 1981 los sapos estaban en pleno período reproductivo, con gran cantidad de larvas, cordones ovígeros y amplexos sostenidos. La figura 2, muestra el porcentaje de estómagos llenos contra LC, se observa una caída sistemática de la cantidad de animales con estómago lleno conforme se incrementa LC. Por tanto es quizás debido a que los sapos adultos de San Pedro se encuentran en período reproductivo que entran en ayuno reflejándose en el menor número de presas por estómagos, el menor peso relativo del mismo y el mayor número de estómagos vacíos.

En el análisis de sobreposición de nicho entre nuestras poblaciones (El Tatio y San Pedro) y aquellas analizadas por VALENCIA *et al.* (1982) –Azapa, Putre y Parinacota–, esperábamos una convergencia de nicho trófico en situaciones de altura similar, pero se obtiene exactamente lo contrario; una divergencia (ver Cuadro 4). Pensamos

que esto se debe al nivel taxonómico al que se han hecho los análisis i.e. ordinal; GREENE & JAKSIC (en prensa), han determinado que tanto la amplitud de nicho como la sobreposición de nicho, sufren serias alteraciones dependiendo del nivel de resolución taxonómica. Así el nivel ordinal subestima hasta en un 246% la AN y sobreestima la sobreposición de nicho hasta en un 1516%.

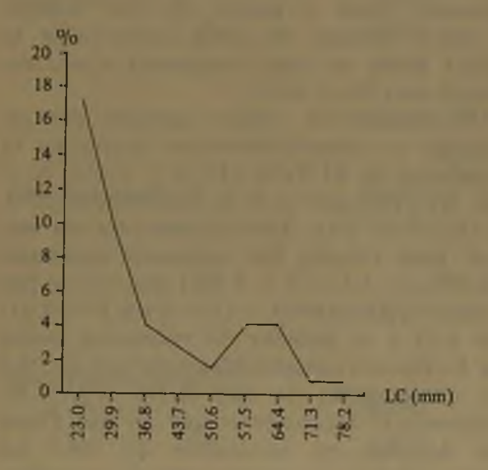


Fig. 2. Relación del número de estómagos con contenido versus el tamaño corporal en la población de *Bufo spinulosus* de San Pedro de Atacama (LC: longitud corporal en mm).

CONCLUSION

El estudio de ambas poblaciones de anfibios arroja los siguientes hechos relevantes:

La población de San Pedro de Atacama es insectívora y la de El Tatio es comparativamente herbívora, con una alta proporción de categorías alimentarias acuáticas, además de una diferencia de longitud de los tractos digestivos y un peso distinto de los hígados; podemos confirmar la hipótesis inicial presentada, que los ambientes locales son lo suficientemente diferenciados como para generar divergencias adaptativas en la estrategia alimentaria y en la morfología externa e interna de los animales. La hipótesis que planteamos respecto que los animales de El Tatio debieran hacerse comparativamente más herbívoros a causa de la baja disponibilidad de recursos animales se confirmaría a la luz de los antecedentes expuestos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos cordialmente a HILDEGARD ZAPFE, GERARDO ARRIAGADA y MARIO ELGUETA de la Sección Entomología, a MARIA ELIANA RAMIREZ de la Sección Botánica, a OSCAR GALVEZ y PEDRO BAEZ de la Sección Hidrobiología, todos del Museo Nacional de Historia Natural, por su valiosa ayuda en la determinación de las categorías alimentarias de los sapos.

Al Dr. FABIAN JAKSIC por la lectura crítica del manuscrito.

A HECTOR FUENTES por la realización de las figuras y a VERONICA AGUIRRE por las múltiples transcripciones del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOLD, H. & M.J. WYNNE

1978 Introduction to the Algae. Structure and Reproduction. Prentice Hall Inc. N. Jersey.

BUSSE, K.

1980 Zür Morphologie und Biologie von *Telmatobius montanus*, Lataste 1902, Nebst Beschreibung Seiner Larve (Amphibia: Leptodactylidae). Amphibia-Reptilia 1: 113-125.

CEI, J.M.

1962 Batracios de Chile. Edics. Universidad de Chile, Santiago.

CODOCEO, M.

1957 Conducta del "Sapito de Cuatro Ojos" en cautividad. Noticiero Mensual Museo Nacional de Historia Natural 2 (15): sin pp.

GREENE, H.W. & F.M. JAKSIC.

Food-Niche Relationship among Sympatric Predators: Effects of Level of Prey Identification. Oikos: en prensa.

JAKSIC, F.M., E.R. FUENTES & J.L. YAÑEZ

1979 Two Types of Adaptation of Vertebrate Predators to their Prey. Archivos Biología Medicina Experimentales 12 (1): 143-152.

KUSCHEL, G.

1949 Los Curculionidae del Extremo Norte de Chile. Acta Zoológica Lilloana 8: 5-54.

LAGLER, K.F., J.E. BARDACH & R.R. MILLER

1962 Ichthyology. The Study of Fishes. Wiley & Sons, N.Y.

MOORE, J.A.

1964 Physiology of the Amphibia. Academic Press. N.Y.

PIANKA, E.R.

1976 Comparative Ecology of Twelve Species of Nocturnal Lizards (Gekkonidae) in the Western Australian Desert. Copeia 1976 (1): 125-142.

PIELOU, E.C.

1969 An Introduction to Mathematical Ecology. J. Wiley & Sons, N.Y.

PORTER, K.R.

1972 Herpetology. W.B. Saunders, Philadelphia. Penn.

SELKURT, E.

1969 Fisiología. El Ateneo, Buenos Aires.

SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF

1969 Biometry. W.H. Freeman, San Francisco, Ca.

TURNER, F.B.

1959 An Analysis of the Feeding Habits of *Rana p. pretiosa* in Yellowstone Park, Wyoming. The American Midl. and Naturalist 61 (2): 403-413.

VALENCIA, J., A. VELOSO & M. SALLABERRY

1982 Nicho trófico de las Especies de Herpetozoos del Transecto Arica-Chungará. En: Vol. Síntesis Proyecto MAB-6 - UNEP-UNESCO - 1105-77-01. La Vegetación y los Vertebrados Ectotérmicos del Transecto Arica-Lago Chungará. Montevideo, pp. 269-291.

ZUG, G.R. & P.B. ZUG

1979 The Marine Toad, *Bufo marinus*: a Natural History Resumé of Native Population. Smithsonian Contribution to Zoology 284, 58 pp.